

COMUNE DI MANDANICI

(provincia di Messina)

PROGETTO DI “RIPRISTINO DEGLI ELEMENTI CULTURALI DEL PAESAGGIO AGRARIO DALL’AMPIA VALLE ALLE FALDE DI PIZZO ILICI AI MONTI PELORITANI RAPPRESENTATIVI DELLA TRADIZIONE CONTADINA E DI SITI AD ELEVATO PREGIO NATURALISTICO”.



COMMITTENTE
Amministrazione Comunale



**STUDIO DI GEOLOGIA
TECNICO AMBIENTALE**

IL GEOLOGO RELATORE
Dott. Uchino Fabio.

FABIO UCCHINO

geologoucchino@gmail.com

fabioucchino@pecgeologidisicilia.it

Tel/Fax: 0942751527 - Cell: 3476685347

Via Contura inf. 10 - 98038 Savoca (Me)

P.iva: 02906380833 C. fiscale: CCH FBA 76B10 F158F

INDICE

PREMESSA:	2
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO DEL SITO	4
2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE STRUTTURALI	6
2.1 Geologia generale	6
2.2 Successione litologica dell'area in oggetto:	7
3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	8
4. PERICOLOSITÀ E VINCOLI GRAVANTI SUL SITO MITIGAZIONE DEL RISCHIO	10
4.1- Caratteri generali	10
4.2- Pericolosità gravanti sul sito	10
4.3- Suggerimenti progettuali	10
4.4 – Vincoli gravanti sul sito	11
5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	12
6. AZIONE SISMICA: CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	13
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	18
ELABORATI GRAFICI	20

Committente:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MANDANICI

Oggetto:

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO RELATIVO AL PROGETTO DI “RIPRISTINO DEGLI ELEMENTI CULTURALI DEL PAESAGGIO AGRARIO DALL’AMPIA VALLE ALLE FALDE DI PIZZO ILICI AI MONTI PELORITANI RAPPRESENTATIVI DELLA TRADIZIONE CONTADINA E DI SITI AD ELEVATO PREGIO NATURALISTICO”.

PREMESSA:

La presente relazione è stata redatta per conto della *Spett.le Amministrazione Comunale di Mandanici* relativa al progetto di cui in oggetto ricadente nella fascia montana, a nord del centro abitato, riguardante le località di *Santo Leo* e la fascia di territorio sottostante *Pizzo Rotolia*, appartenenti al Comune di Mandanici, provincia di Messina.

Il progetto prevede il recupero del patrimonio rurale, nei suoi vari elementi costitutivi, in quanto rappresentativi dell’identità culturale e della testimonianza dell’economia rurale tradizionale. Il suo recupero infatti può oggi rappresentare una risorsa fondamentale capace di apportare un notevole miglioramento della qualità della vita nelle aree rurali e dell’attrattività, di queste ultime, nei confronti delle popolazioni residenti, dei visitatori, dei turisti.

Il lavoro mira a ricostruire e ad illustrare la situazione litostratigrafica locale, l’origine e la natura dei litotipi, il loro stato di alterazione, fratturazione e degradabilità, i lineamenti idrogeologici, geomorfologici e sismici della zona, richiesti dalle disposizioni di legge in materia di progettazione delle opere di fondazione ai sensi del *D.M. 11 Marzo 1988, D.M. 14 gennaio 2008*.

Sulla scorta di quanto sopra illustrato si è provveduto ad eseguire uno studio geologico basato in una prima fase su una ricerca bibliografica e cartografica tematica, mentre in un secondo momento

si è eseguito un rilevamento di superficie dell'area di progetto e di una zona al contorno, sufficiente ampia, tale da consentire opportune e valide correlazioni.

Infine sono state effettuate delle acquisizioni di microtremore ambientale che sono serviti per determinare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_{s30}), nonché la frequenza di risonanza dei terreni, al fine di ricavare una stima sugli effetti sismici del sito e la definizione dell'azione sismica di progetto.

E' parso pertanto opportuno prendere in considerazione l'intero comprensorio in cui è inserito il territorio comunale per poi scendere nella descrizione particolareggiata e specificatamente geologico-tecnica dell'area interessata.

I dati stratigrafici e geotecnici sono stati desunti dalle correlazioni effettuati dalle indagini effettuati in sito con diversi lavori effettuati dallo scrivente nelle stesse condizioni litostratigrafiche, ritenute idonee per il progetto in oggetto.

Il presente studio è stata articolato nel seguente modo:

- + Inquadramento geografico, geomorfologico e idrografica del sito;
- + Caratteristiche geologico- strutturali;
- + Caratterizzazione litologica;
- + Caratteristiche idrogeologiche;
- + Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione;
- + Pericolosità e vincoli gravanti sul sito;
- + Sismica;
- + Conclusioni;
- + Allegati grafici.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO DEL SITO.

L'area in esame è situata nel territorio comunale di Mandanici (ME), e ricade nella *Tavoletta di "Mandanici", in scala 1:25000, della carta d'Italia (I.G.M.) - Foglio n° 263, quadrante: II, Orientamento: S.O. -*

Coordinate geografiche:

- *area d'intervento (1): Lat. 38°00'56,68''N - Lon. 15°18'50,31'' E (WGS84);*
- *area d'intervento (2): Lat. 38°00'59,45''N - Lon. 15°19'11,31'' E (WGS84);*

Altitudine media: 760 m s.l.m.

Il territorio in esame ricade nel settore orientale della Sicilia caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani. L'aspetto paesaggistico, di tale dominio montuoso, si presenta con una morfologia decisamente aspra con versanti erti e accidentati con rilievi che raggiungono quote massime di 1200 metri s.l.m. e modeste aree pianeggianti in corrispondenza della zona costiera e lungo i fondovalle alluvionali. I rilievi, costituiti da rocce metamorfiche intensamente fratturate e alterate, sono solcati da incisioni vallive profonde e ramificate, che in occasione di eventi piovosi intensi, danno luogo a piene violente.

I lineamenti geomorfologici del territorio sono vari e in funzione delle litologie affioranti che hanno condizionato lo sviluppo dei processi erosivi. Infatti l'erosione generata dagli agenti esogeni origina un'azione selettiva sui diversi litotipi i quali presentano una resistenza fisica meccanica diversa. Inoltre gli eventi tettonici succedutesi nelle diverse ere geologiche (edificio a falde) hanno influenzato la morfologia, sopra descritta, che risulta caratterizzata, principalmente, da versanti acclivi ed aspri. Le conseguenze sul piano evolutivo di queste condizioni geomorfologiche sono particolarmente evidenti in occasione di eventi piovosi di eccezionale intensità e durata, allorquando viene esaltata la degradazione del suolo ad opera delle acque dilavanti.

Il sistema idrografico superficiale è costituito da una serie di torrenti e valloni, a regime tipicamente torrentizio (piene violente nella stagione invernale e assenza di deflusso nella stagione estiva), confluenti a pettine nel torrente principale. In generale il reticolo idrografico del territorio è caratterizzato dalla presenza di bacini imbriferi con una rete drenante di tipo dendritico, avente

regime temporaneo con apporti quasi esclusivamente di tipo pluviale. Questi corsi d'acqua temporanei, denominati localmente fiumare, presentano alvei brevi e molto inclinati che da incassati nella parte a monte si allargano verso valle e spesso nel tratto finale presentano una coltre alluvionale di spessore variabile costituita da materiale mal classato e scarsamente arrotondato. Nel complesso la densità di drenaggio è abbastanza elevata in quanto la maggior parte dei litotipi affioranti nel territorio è costituita da rocce poco permeabili come le formazioni metamorfiche scistose.

I punti d'intervento progettuale ricadono nella fascia montana a Nord del territorio comunale. Morfologicamente tale fascia di territorio appare con un'acclività non eccessivamente pronunciata. Infatti si può considerare come una fascia di accumulo della coltre di alterazione proveniente dalla zona sommitale costituita dal Pizzo Rotolia, dominato dai marmi dell'Unità dell'Aspromonte. Naturalmente laddove affiorano le rocce più competenti la litologia risulta più incisiva con acclività alta.

Nell'insieme la sistemazione dei versanti è tipica delle aree montuoso/collinari costituita da terrazzamenti formati da muri a secco. Essi rappresentano un elemento visivo di particolare rilevanza nel paesaggio rurale che testimoniano la tenace opera dell'uomo per sottrarre terreno praticabile e coltivabile alla montagna.

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE STRUTTURALI

2.1 Geologia generale

L'area in esaminata ricade nel dominio costituente l'edificio peloritano, cioè l'estrema porzione meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano. Esso è pertanto formato da una struttura a falde, sud-vergente, costituita da unità cristalline, alcune delle quali presentano una copertura sedimentaria meso-cenozoica.

Dal basso verso l'alto, partendo dai lavori di Bonardi et al.(1976), Giunta et al.(1988), Lentini et al. (2000), si riconoscono le seguenti unità:

- **Unità Longi-Taormina.** Costituita da un basamento epimetamorfico, dato da metasedimenti e metavulcaniti, ricoperto da una spessa successione sedimentaria mesocenozoica.
- **Unità di Fondachelli.** Costituita da un basamento epimetamorfico pre-alpino dato da filladi, metareniti, e rare metabasiti e metacalcari.
- **Unità di Mandanici.** Rappresentata da un basamento pre-alpino composto da filladi, quarziti, metabasiti, marmi e porfiroidi.
- **Unità del Mela.** Di nuova definizione (Messina et al., 1992, 1995, 1997 b) in terreni precedentemente ascritti all' Unità dell'Aspromonte, formata da un basamento Varisico
- **Unità dell'Aspromonte.** Formata da un basamento Varisico metamorfico di medio-alto grado, costituito da paragneiss e micascisti, gneiss occhialini e metagranati, anfiboliti, ultramafiti e marmi, intrusi da plutoniti tardo-Varisiche, e in parte riequilibrato in età Alpina.

Le unità sono separate da contatti tettonici di primo ordine, lungo i quali, specie tra le Unità di Fondachelli e di Mandanici, e tra queste e l'Unità dell'Aspromonte, sono presenti lembi di successioni sedimentarie meso-cenozoiche ("trucioli tettonici"), attribuiti da alcuni Autori all'Unità Longi-Taormina e da Giunta et al. (1988) interpretati come residui delle originarie coperture sedimentarie delle Unità di Fondachelli o di Mandanici. Di questi lembi il più esteso affiora a Capo Ali.

In discordanza sulle unità tettoniche descritte, affiora estesamente la formazione di **Stilo-Capo d'Orlando** (Bonardi et al. 1980), di età Oligocene sup.- Miocene inf., costituita essenzialmente da torbititi silico-clastiche la cui sedimentazione si interrompe durante il Langhiano, a seguito del

ricoprimento tettonico di una coltre di **argille variegata (Unità Antisicilidi)**, di dubbia provenienza (retroscorrimento del Bacino Sicilide secondo Ogniben, 1960,1969,1973).

In discordanza sulle Unità Antisicilidi, e sui terreni sottostanti, giace la formazione miocenica delle **Calcareniti di Floresta**. Depositi **tortoniano-messiniane** sono presenti prevalentemente nella parte settentrionale dei monti Peloritani e poggiano in discordanza su tutti i terreni più antichi.

2.2 Successione litologica dell'area in oggetto:

A seguito di un attento rilevamento superficiale e sulla base di quanto sopra esplicitato si è potuto effettuare una ricostruzione dell'andamento litologico dell'area oggetto d'intervento:

- *Coltre detritica di versante;*
- *Marmi impuri dell'unità dell'Aspromonte.*

Detrito di versante/Terreno vegetale

Trattasi di depositi eluvio-colluviali derivanti da processi di degradazione e alterazione della roccia originaria, operata dagli agenti esogeni. Nello specifico rappresentano accumuli di materiali eterometrici quali blocchi e frammenti litoidi di natura calcarea e metamorfica in matrice sabbioso-limosa (in taluni casi sono presenti blocchi di notevole dimensione). Lo spessore di tale copertura varia di zona in zona, dai sopralluoghi effettuati si sono potuti stimare degli spessori anche nell'ordine di 5,00 m, 6,00 m circa.

Marmi

Trattasi di marmi impuri, affioranti ampiamente lungo la dorsale M. Pietre Rosse, Pizzo Mualio, M. Cavallo. Alternati a paragneiss e micascisti o anche associati a lenti di anfiboliti. Flogopite, quarzo, e feldspati i silicati più comuni, granati e/o diopside e/o orneblenda e/o wollastonite e/o muscovite, quelli localmente presenti. Subordinati i felsCA-silicatici.

3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'idrogeologia ha come oggetto lo studio delle acque sotterranee al fine di accettarne la presenza. L'acqua si muove negli spazi, intercomunicanti, presenti in una roccia, per effetto di un gradiente idraulico. La capacità di una roccia di lasciarsi attraversare dall'acqua, viene definita permeabilità. In funzione al tipo di roccia con cui abbiamo a che fare parleremo di permeabilità primaria o secondaria, a seconda che gli interstizi o spazi tra i granuli, si siano generati durante o dopo i processi di litogenesi. Le rocce vengono, principalmente distinte in: Detritiche, costituite da tanti elementi litoidi, di diverse dimensioni, accostati tra di loro e privi di cemento; Litoidi, caratterizzate da una elevata coesione. Quindi per le rocce detritiche si parlerà di permeabilità primaria, in quanto gli interstizi o spazi tra i granuli, si sono formati contemporaneamente alla roccia; mentre per le rocce litoidi si parlerà di permeabilità secondaria in quanto l'origine degli interstizi è legato a fenomeni che intervengono dopo la litogenesi (tettonica, metamorfismo, azione degli agenti esogeni, ecc.).

I terreni affioranti all'interno del territorio comunale in esame presentano condizioni di permeabilità diversa, in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche, agli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni.

Sulla base delle caratteristiche granulometriche, tessiturali, di addensamento, tipo e grado di fratturazione e sua distribuzione spaziale, si è proceduto alla valutazione del tipo e grado di permeabilità relativa dei terreni affioranti nell'area in esame. Tale classificazione adottata è finalizzata a rappresentare l'influenza dei singoli terreni sulla formazione dei deflussi superficiali in base alle loro caratteristiche di permeabilità.

I terreni direttamente presenti nelle aree d'intervento sono stati ricondotti alle seguenti classi di permeabilità:

Terreni da media ad alta permeabilità

A questa classe appartengono i terreni dotati di una elevata permeabilità per fessurazione e/o per porosità:

- La permeabilità primaria per porosità è rappresentata dagli accumuli detritici, costituiti da materiale a tessitura caotica, con permeabilità primaria elevata in corrispondenza degli accumuli di materiale fine, ma non uniforme.
- La permeabilità per fessurazione e/o fratturazione è propria dei litotipi appartenenti ai termini dell'Unità dell'Aspromonte più rigidi, in cui ricadono i marmi presenti nell'area d'intervento, interessati da diaclasi e fessure, e delle intercalazioni di rocce calcaree massive variamente fratturate dell'Unità di Mandanici.

Nelle area d'intervento non sono state riscontrate manifestazioni sorgentizie o falda idrica superficiale tale da interferire con le opere di progetto.

4. PERICOLOSITÀ E VINCOLI GRAVANTI SUL SITO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO

4.1- Caratteri generali

La natura litologica delle formazioni affioranti nel territorio comunale di Mandanici contribuisce, insieme a fattori morfologici, climatici ed antropici, a determinare tutto il complesso delle azioni modellatrici della superficie comprendenti movimenti gravitativi, disgregazione del terreno, dilavamento, convogliamento e deposito dei materiali erosi.

Il territorio in esame è interessato da terreni metamorfici alloctoni pervenuti in loco in più riprese, in falda di ricoprimento, per l'intensa attività tettonica verificatasi nell'Oligocene basso Miocene. Tali terreni, a causa di alcuni fattori tra i quali l'eccessiva acclività dei versanti e l'esposizione agli agenti esogeni (acqua, vento, variazioni di temperatura, etc.), sono soggetti ad una rapida azione disgregatrice che comporta diffuse forme di dissesto geomorfologico determinando nel tempo un'intensa fratturazione delle rocce di substrato e la formazione lungo i versanti di una fascia detritica, eluviale e/o colluviale, di spessore variabile.

4.2- Pericolosità gravanti sul sito

I luoghi d'intervento progettuale, come esposto nei capitoli precedenti, ricadono su un fascia montana lungo un versante interessato da accumuli detritici, di spessore variabile, provenienti dalla parte sommitale rappresentata, nel nostro caso, dal Pizzo Rotolia costituito da rocce litoidi, marmi impuri, dell'Unità dell'Aspromonte. Dai sopralluoghi effettuati non sono stati osservati condizioni di pericolo imminente o fenomenologie di dissesto in atto o potenziale nelle aree interessate dalle opere di progetto. La fascia di territorio eventualmente interessata da ammassamenti di materiale più grossolano, proveniente dalla parte sommitale, risulta essere posizionata più a monte e non interessa i punti d'intervento progettuale.

4.3- Suggerimenti progettuali

Nella fase di realizzazione delle opere garantire un'adeguata sistemazione del versante cercando nel contempo di contenere il deflusso delle acque superficiali onde evitare l'insorgere di fenomenologie di dissesto.

4.4 – Vincoli gravanti sul sito

In ambito ai vincoli gravanti sul sito in oggetto, consideriamo il “*Piano d’Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia*”, che va sotto il nome di “*P.A.I.*” messo a punto dall’Assessorato al Territorio e Ambiente. Tale programma di pianificazione, infatti, mette a punto una cartografia regionale in scala 1:10.000 dove vengono rappresentate le aree a rischio e pericolosità geomorfologica e idraulica dell’intera regione Sicilia.

Il territorio comunale di Mandanici viene inquadrato all’interno dell’area compresa tra *T.te Savoca (099) - T.te Pagliara ed area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi (100)*; nello specifico le aree di progetto ricadono nella *carta 600160*.

Entrando nel dettaglio e andando a considerare le aree di progetto, esse non risultano inserite tra le aree a rischio e pericolosità geomorfologica e idraulica.

5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Dai dati emersi dal rilevamento geologico scaturiscono i seguenti risultati:

l'area in oggetto presenta uno spessore superficiale detritico che può arrivare fino a vari metri di profondità, è stato stimato un valore intorno a 5,00 m, 6,00 m. Esso rappresenta il prodotto dell'erosione e degradazione del substrato roccioso e dei terreni posti nella parte sommitale.

Si tratta di uno spessore di terreno incoerente, caratterizzato da sabbia-limosa inglobante materiali eterometrici (blocchi, frammenti litoidi, ciottoli etc.) che nella parte più superficiale (1,00 m circa) acquista le caratteristiche di terreno sciolto (terreno vegetale) poco consistente talora associato ad apparati radicali e resti organici di varia natura con la presenza di abbondanti clasti lapidei.

Il substrato invece è costituito dai marmi impuri dell'Unità dell'Aspromonte. Essi si presentano a grana media e tessitura massiva in livelli di spessore fino ai 100 m intercalati a paragneiss e micascisti o associati ad anfiboliti.

Qui di seguito vengono esplicitati i parametri geotecnici riguardanti le litologie sopra descritte. Esse scaturiscono dalle proprie esperienze lavorative in lavori svolti in precedenza nelle stesse condizioni litostratigrafiche:

COPERTURA DETRITICA DI VERSANTE:

- *Angolo di attrito interno (0°)* $\varphi = 30^\circ$
- *Peso di volume (t/m^3)* $\gamma = 1,90 t/m^3$
- *Coesione (t/m^2)* $C = 0 t/m^2$

MARMI DELL'UNITÀ DELL'ASPROMONTE

- *Angolo di attrito interno (0°)* $\varphi = 34^\circ$
- *Peso di volume (t/m^3)* $\gamma^n = 2,0 t/m^3$
- *Coesione (t/m^2)* $C = 0 t/m^2$

Si considera la coesione nulla ai fini cautelativi, in quanto la presenza di fratture nei livelli superficiali annullano tale parametro.

Ai fini progettuali sarà opportuno valutare, in funzione dell'importanza dell'opera da realizzare, se è necessario tenere in considerazione di eventuali fondazioni profonde che coinvolgono il substrato metamorfico (sicuramente più stabile).

6. AZIONE SISMICA: CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Il *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008*, recante “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli sicurezza, la pubblica incolumità.

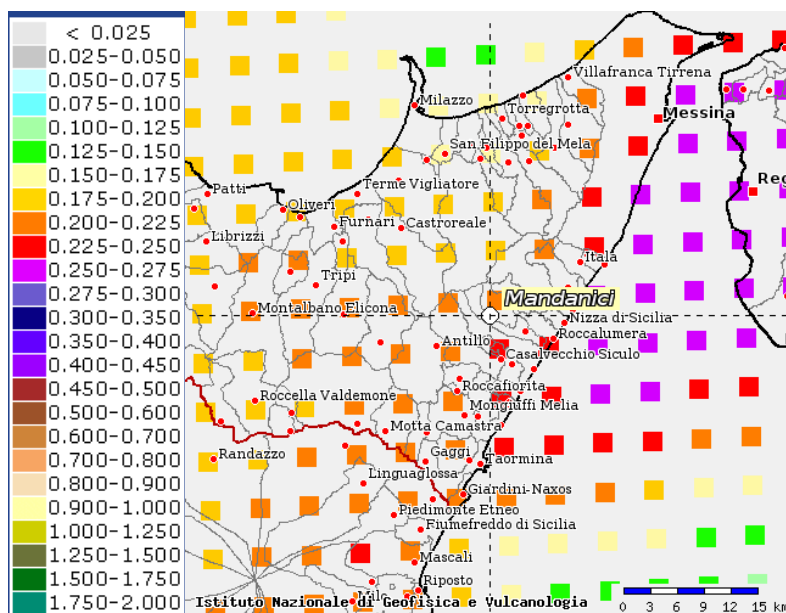
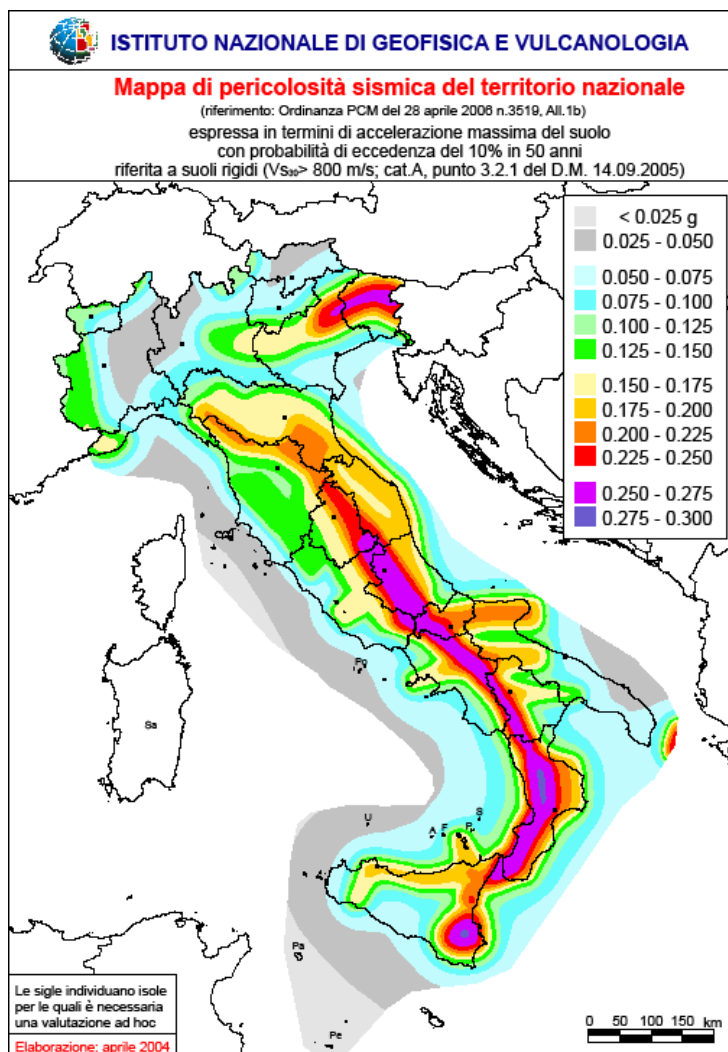
Le **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)** adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell’azione sismica l’obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L’azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una “**pericolosità sismica di base**”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** nelle **NTC**).

La *pericolosità sismica* in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le **NTC** e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle **NTC**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

L’azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle **NTC**, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Qui di seguito viene illustrata una mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, proposta dall’INGV, costituente la base o punto di riferimento, dei dati di pericolosità sismica. Da essa sono stati determinati, dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, i parametri contenuti *nell’allegato A del D.M. 14.01.2008*.



Mapa interattiva di pericolosità sismica

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle **NTC**, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle **NTC** sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

6.1 Categoria di sottosuolo e condizioni Topografiche

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 del D.M. 14.01. 2008. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – da: *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni”*).

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Ulteriori due categorie **S1** e **S2** vengono aggiunte alle 5 categorie sopra descritte (tab 3.2. III – da: *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni”*)

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle aree d'intervento progettuale i risultati delle acquisizioni geofisiche di microtremore ambientale (vedi relazione in allegato) effettuate, danno dei valori di velocità riconducibili ad un suolo di tipo B (Tabella 3.2.II – D.M. 14.01. 2008). Considerando però lo spessore di detrito superficiale, presente nelle aree d'intervento, tale classificazione viene rimodulata e ricondotta ad un valore di **suolo di tipo E (Tabella 3.2.II – D.M. 14.01. 2008)**, sicuramente più cautelativo.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV – da: *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni”*):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

La struttura in oggetto ricade su un versante ad acclività medio/alta e sistemato a terrazzi; sulla base della tabella sopra esposta possiamo considerare tale area come di **categoria T2**.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base agli studi e accertamenti effettuati nell'area in oggetto e in base a quanto esposto nei paragrafi precedenti è possibile trarre le seguenti conclusioni:

L'area in esame è situata nel territorio comunale di Mandanici (ME) e ricade nella *Tavoletta di "Mandanici", in scala 1:25000, della carta d'Italia (I.G.M.) - Foglio n° 263, quadrante: II, Orientamento: S.O. -*

Coordinate geografiche:

- *Punto d'intervento (1): Lat. 38°00'56,68''N - Lon. 15°18'50,31'' E (WGS84);*
- *Punto d'intervento (2): Lat. 38°00'59,45''N - Lon. 15°19'11,31'' E (WGS84);*

Altitudine media: 760 m s.l.m.

- **Analisi morfologica:** la morfologia delle aree d'intervento appare con un'acclività non eccessivamente pronunciata. Essa rappresenta una fascia di accumulo della coltre di alterazione proveniente dalla zona sommitale costituita dal Pizzo Rotolia, dominato dai marmi impuri. Naturalmente laddove affiorano le rocce più competenti, la litologia risulta più incisiva con acclività alta.
- **Analisi idrogeologica:** nelle aree d'intervento non sono state riscontrate manifestazioni sorgentizie o falda idrica superficiale tale da interferire con le opere di progetto.
- **Condizioni di pericolo sul sito:** dai sopralluoghi effettuati non sono stati osservati condizioni di pericolo imminente o fenomenologie di dissesto in atto o potenziali nelle aree interessate dalle opere di progetto. La fascia di territorio eventualmente interessata da ammassamenti di materiale più grossolano, proveniente dalla parte sommitale, risulta essere posizionata più a monte e non interessa i punti d'intervento progettuale.
- **Suggerimenti progettuali:** nella fase di realizzazione delle opere garantire un'adeguata sistemazione del versante cercando nel contempo di contenere il deflusso delle acque superficiali onde evitare l'insorgere di fenomenologie di dissesto.

- **Vincoli gravanti sul sito:** il territorio comunale di Mandanici viene inquadrato all'interno dell'area compresa tra *T.te Savoca (099) - T.te Pagliara ed area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi (100)*; nello specifico le aree di progetto ricadono nella *carta 600160*. Entrando nel dettaglio e andando a considerare le aree di progetto, esse non risultano inserite tra le aree a rischio e pericolosità geomorfologica e idraulica.
- **Litologia e geotecnica dell'area in oggetto:** i terreni di stretto interesse geotecnico sono costituiti dalla copertura detritica di versante e dai marmi dell'Unità dell'Aspromonte.
I parametri geotecnici attribuiti alle litologie sopra descritte sono:

COPERTURA DETRITICA DI VERSANTE:

- *Angolo di attrito interno (0°)* $\varphi = 30^\circ$
- *Peso di volume (t/m^3)* $\gamma = 1,90 t/m^3$
- *Coesione (t/m^2)* $C = 0 t/m^2$

MARMI DELL'UNITA' DELL'ASPROMONTE

- *Angolo di attrito interno (0°)* $\varphi = 34^\circ$
- *Peso di volume (t/m^3)* $\gamma^n = 2,0 t/m^3$
- *Coesione (t/m^2)* $C = 0 t/m^2$

- **Risposta sismica locale:** nelle aree d'intervento progettuale i risultati delle acquisizioni geofisiche di microtremore ambientale (vedi relazione in allegato) effettuate, danno dei valori di velocità riconducibili ad un suolo di tipo B (Tabella 3.2.II – D.M. 14.01. 2008). Considerando però lo spessore di detrito superficiale, presente nelle aree d'intervento, tale classificazione viene rimodulata (ai fini cautelativi) e ricondotta ad un valore di **suolo di tipo E (Tabella 3.2.II – D.M. 14.01. 2008).** Riguardo invece l'andamento topografico, l'area in oggetto, viene inserita nella categoria **T2** (Tab. 3.2.IV del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni").

Savoca, lì

Il Geologo Relatore
Dott. Fabio UCCHINO

ELABORATI GRAFICI

- *Indagine Geofisica*
- *Corografia dell'area in scala 1:25000;*
- *Ortofoto scala 1:2000*
- *Carta del Rischio e della Pericolosità proposta dal P.A.I. in scala 1:10.000*
- *Carta Geologica in scala 1:10000*
- *Sezione Geologica scala 1:100*

INDAGINE GEOFISICA

1. PREMESSA

Nelle aree di progetto, nei punti ritenuti più strategici per ottenere delle informazioni utili, riguardo il substrato di fondazione, sono state effettuate n. 2 un'acquisizione di microtremore ambientale al fine di determinare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_{s30} e quindi le categoria di suolo in ottemperanza alle NTC del 14 gennaio 2008 e relativa Circolare esplicativa 617/2009, nonché la frequenza di risonanza dei terreni.

I modelli sismici monodimensionali ricavati costituiscono l'elemento principale sia nella stima degli effetti sismici di sito, che nella definizione dell'azione sismica di progetto.

2. SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA: MISURA DELLA FREQUENZA DI RISONANZA E DETERMINAZIONE DEL PROFILO V_{s30} -

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica.

Si chiama anche *microtremore* in quanto riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura 1, dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz (massimo e minimo) sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche.

Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

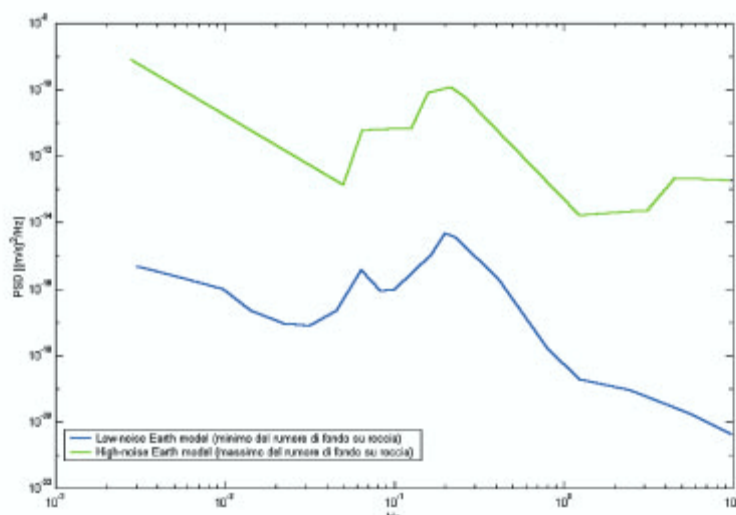


Fig. 1 - *Spettro del rumore sismico (in termini di velocità, componente verticale del moto) minimo e massimo secondo i modelli standard del servizio geologico USA (USGS).*

Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di "ray tracing", è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare della struttura locale vicino al sensore.

Questa informazione è sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune; una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali HVSR o semplicemente H/V.

Il metodo fu reso popolare principalmente da NAKAMURA (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. L'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in una sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D).

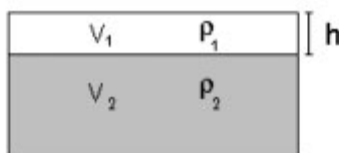


Fig. 2 – copertura di spessore h sovrastante un bed-rock rigido o un bedrock-like.

Consideriamo il sistema di figura 2 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte o suoi multipli dispari lo spessore h del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = VP1/(4 h);$$

mentre quella relativa alle onde S è:

$$f_r = VS1/(4 h);$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- a) il contenuto in frequenza;
- b) la risposta strumentale;
- c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La registrazione del microtremore è stata effettuata con il tromografo digitale TROMINO che è uno strumento progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Si tratta di un apparecchio portatile compatto di circa 10 x 7 x 14 cm e 1 kg di peso dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, e senza alcun cavo esterno.

Per produrre l'HVSR finale le componenti orizzontali sono mediate tra loro con la media geometrica e vengono poi divise per la componente verticale. La durata è stata di 20 minuti. I dati di rumore ambientale sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz, amplificati e digitalizzati a 24 bit, ed elaborati con il software GRILLA 6.2.

Il processing dei dati ha restituito il valore medio dei rapporti spettrali tra le componenti orizzontali e verticali del moto del suolo in funzione della frequenza consentendo di determinare le frequenze fondamentali di vibrazione del terreno.

La curva H/V n. 1 in allegato mostra un picco H/V di 1,31 ($\pm 0,02$) Hz, quale frequenza di risonanza. La V_{s30} è risultata pari a 475 m/sec (categoria di suolo di tipo "B").

La curva H/V n. 2 in allegato mostra un picco H/V di 0,38 ($\pm 2,04$) Hz, quale frequenza di risonanza, altri picchi si hanno a circa 18 e 28 Hz. La V_{s30} è risultata pari a 409 m/sec.

I picchi iniziali in alta frequenza corrispondono al contrasto sismico coltre detritica-calcarei tettonizzati e calcari tettonizzati-calcarei fratturati (con caratteristiche geosismiche migliori).

La presenza di almeno un massimo significativo nella curva HVSR viene interpretata come un'indicazione di possibili fenomeni di risonanza sismica al sito investigato e, di conseguenza, di possibile amplificazione del locale moto del suolo.

H_V_1

Strumento: TRZ-0114/01-10

Inizio registrazione: 09/04/15 14:33:01

Fine registrazione: 09/04/15 14:53:02

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

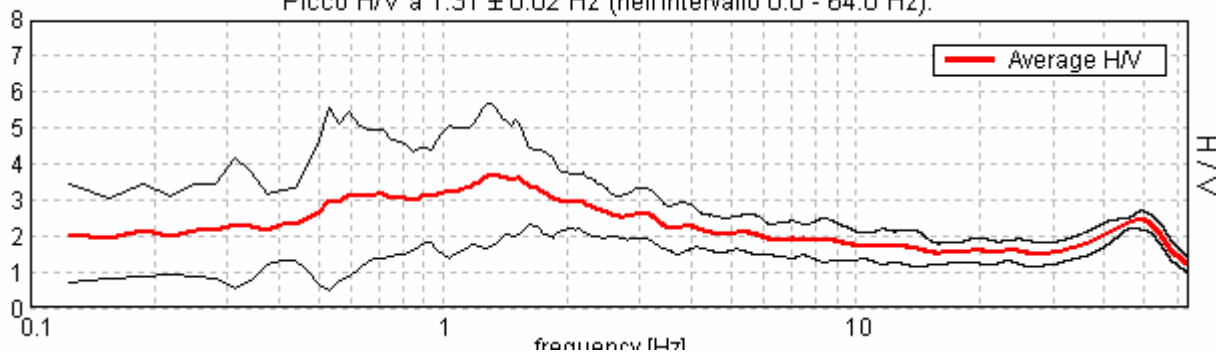
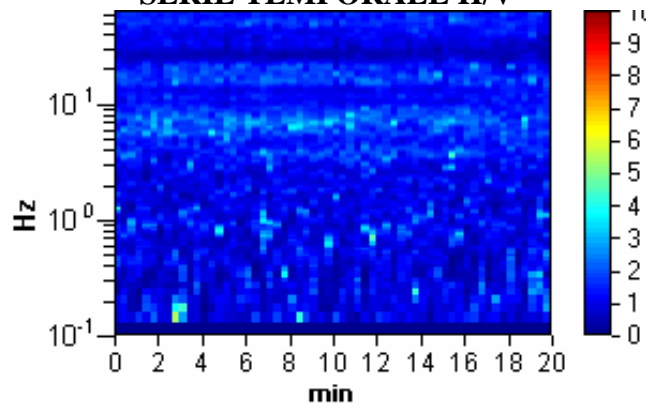
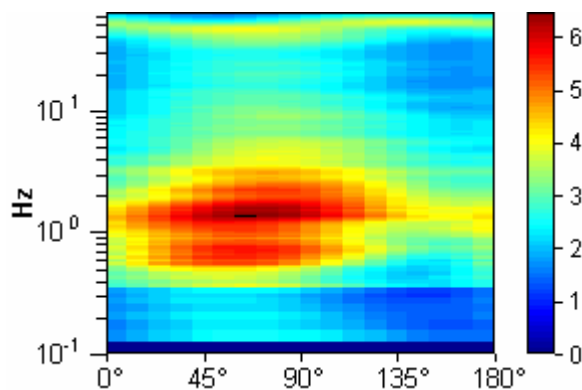
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 50% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

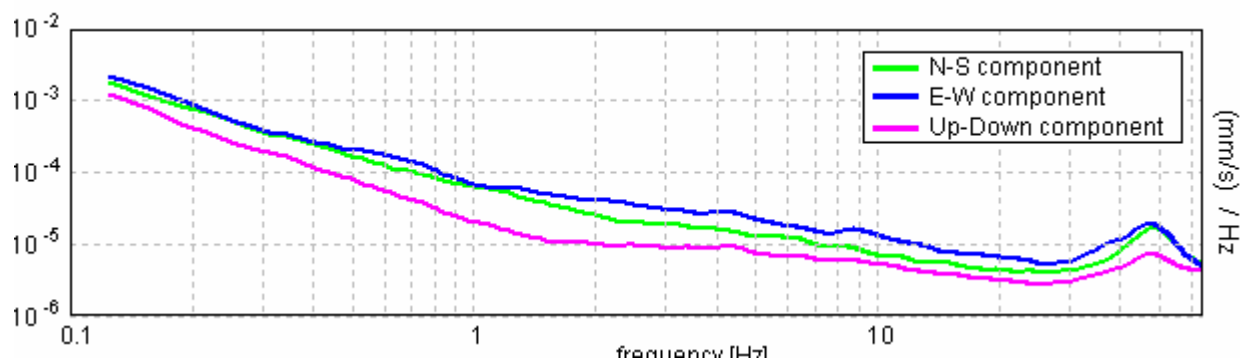
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

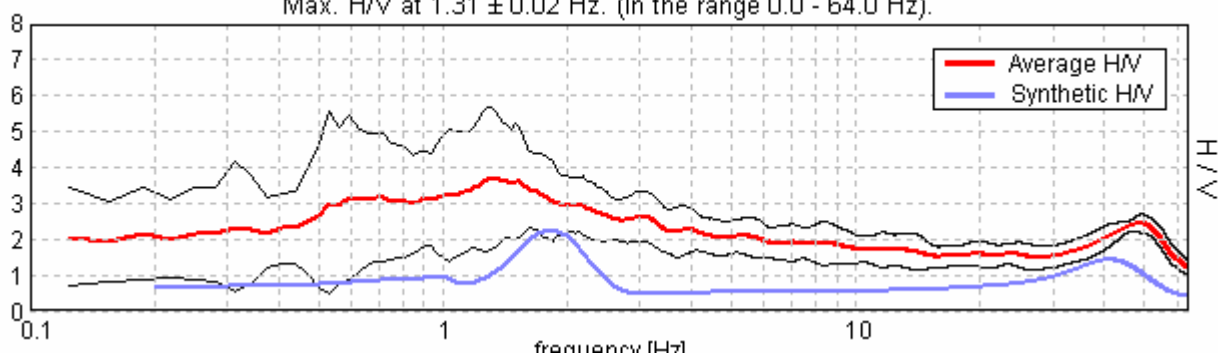
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALEPicco H/V a 1.31 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**SERIE TEMPORALE H/V****DIREZIONALITA' H/V**

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

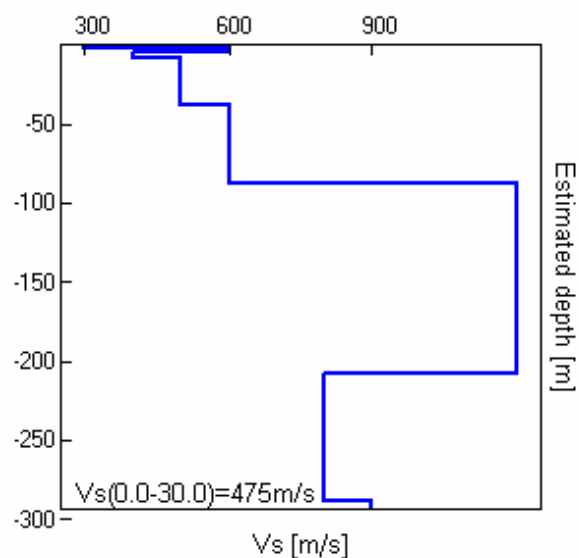
Max. H/V at 1.31 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2	2	300	0.38
5	3	600	0.35
8	3	400	0.35
38	30	500	0.35
88	50	600	0.35
208	120	1200	0.35
288	80	800	0.35
inf.			0.35

NTC 08 – Circolare 617/2009

$V_s(0.0-30.0)=475$ m/s (categoria di suolo di tipo “B”)



H_V_2 - Strumento: TRZ-0114/01-10

Inizio registrazione: 09/04/15 15:21:28

Fine registrazione: 09/04/15 15:41:29

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 45% tracciato (selezione manuale)

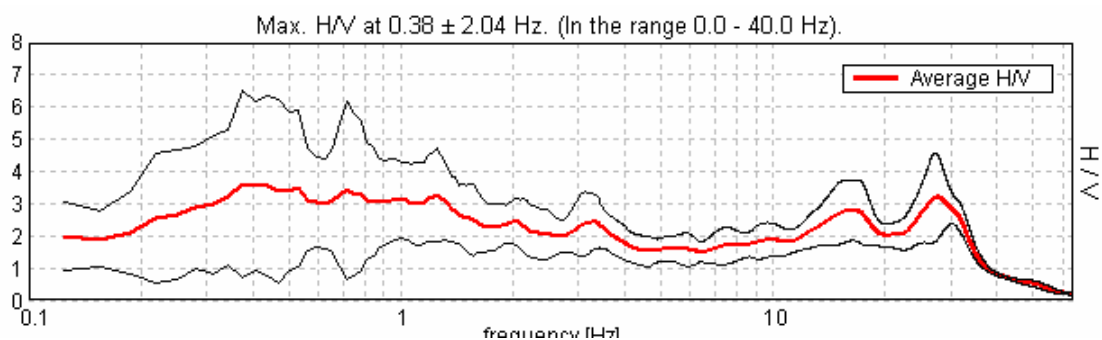
Freq. campionamento: 128 Hz

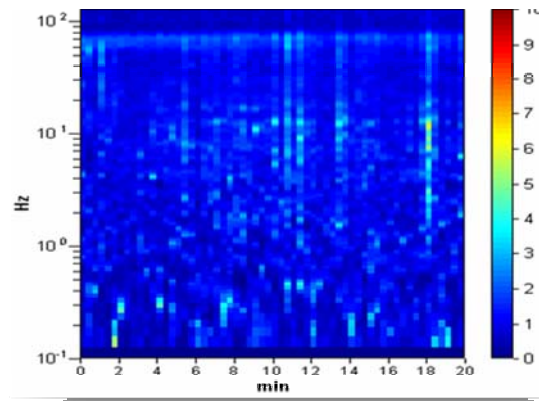
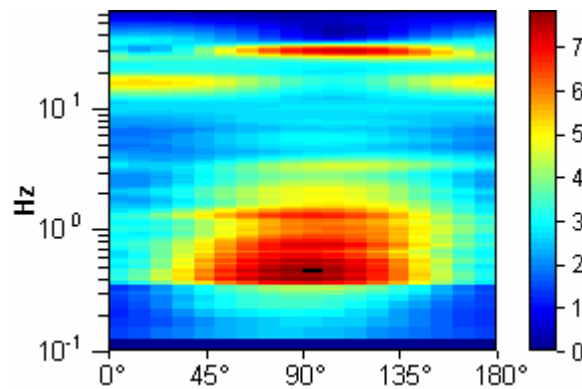
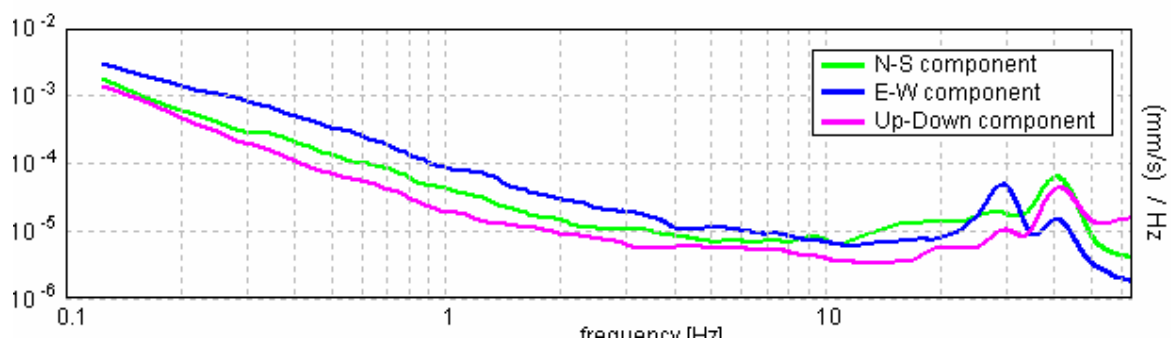
Lunghezza finestre: 20 s

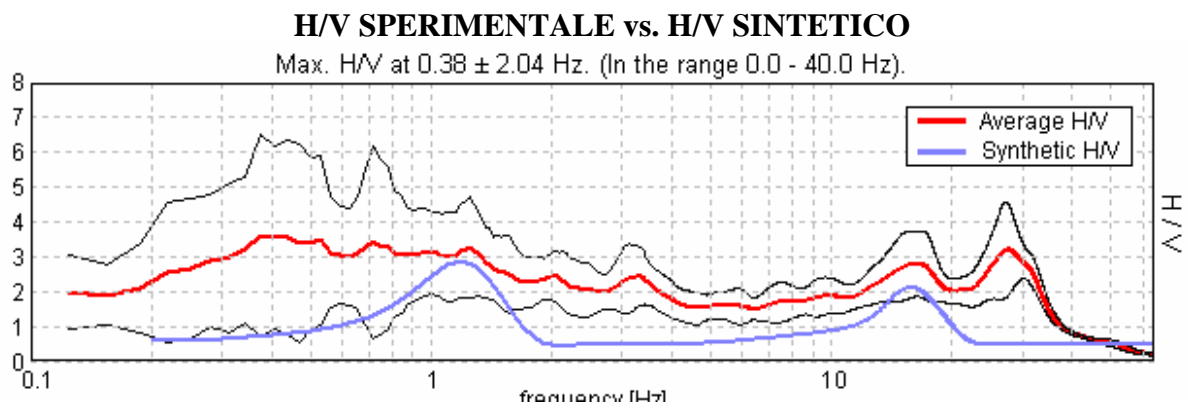
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

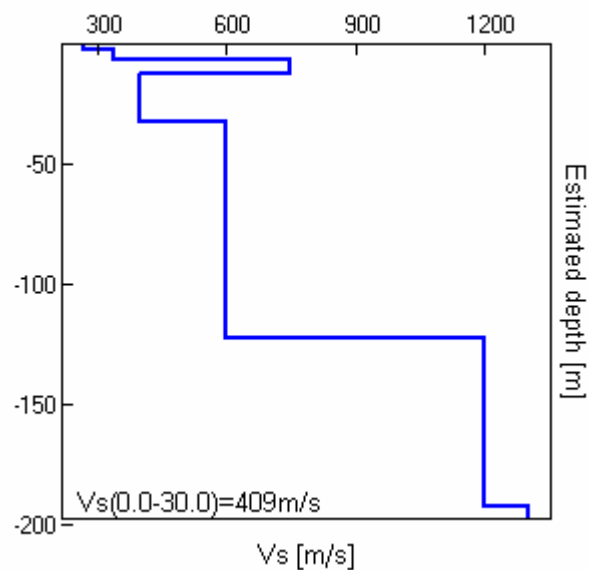


SERIE TEMPORALE H/V**DIREZIONALITA' H/V****SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.50	2.50	270	0.38
6.50	4	340	0.38
12	5.50	750	0.35
32	20	400	0.35
122	90	600	0.35
192	70	1200	0.35
inf		1300	0.35

NTC 08 – Circolare esplicativa 617/2009
Vs(0.0-30.0)=409m/s (categoria di suolo “B”)



STRALCIO COROGRAFICO

SCALA 1:25000

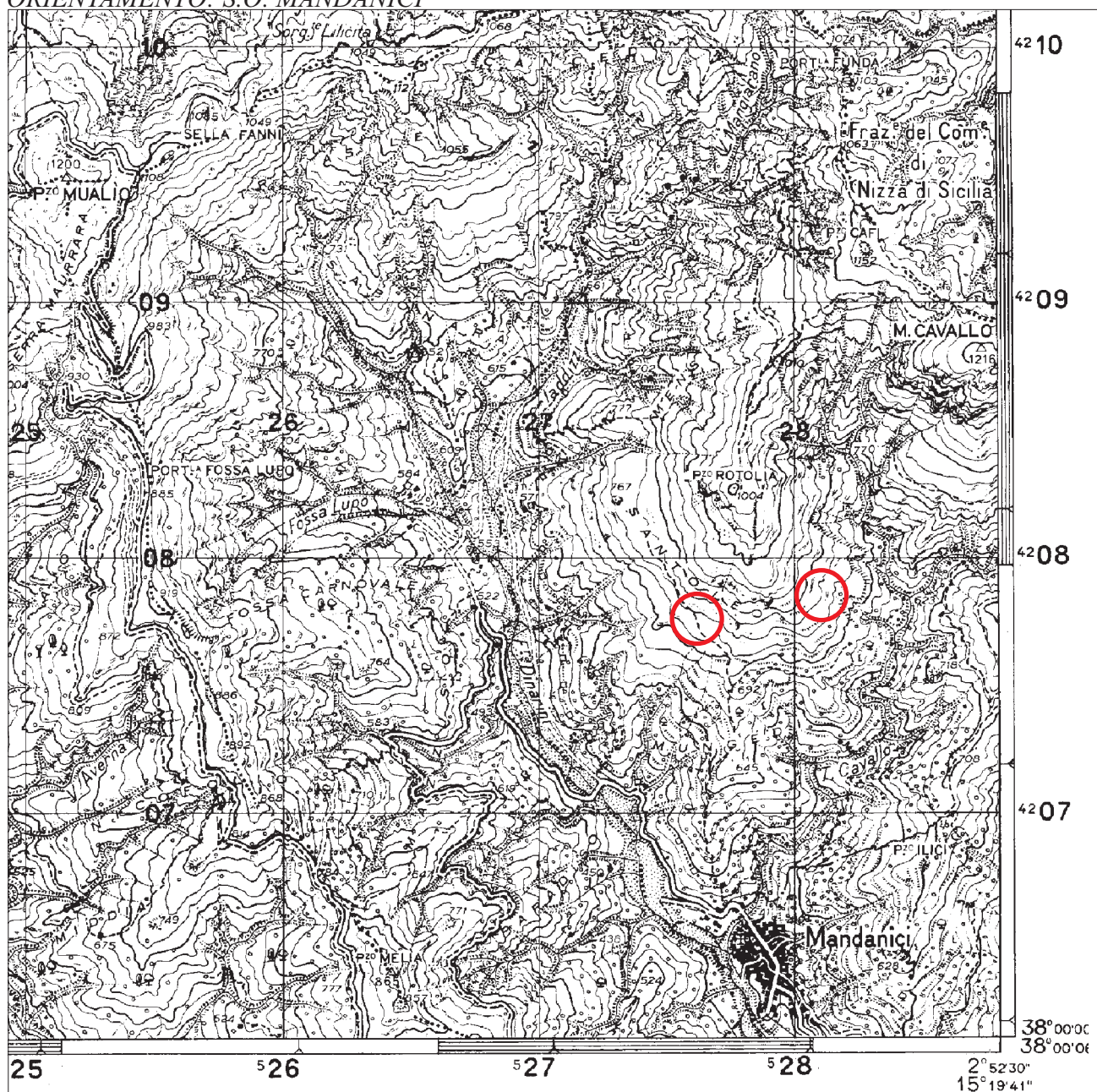


Aree d'interesse progettuale

FOGLIO: N° 263

QUADRANTE: II

ORIENTAMENTO: S.O. MANDANICI



ORTOFOTO
Scala 1:5000

 *Aree d'interesse progettuale*



REPUBBLICA ITALIANA



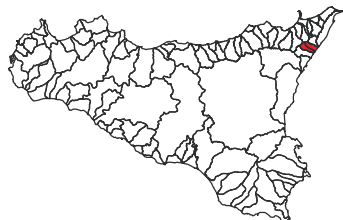
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

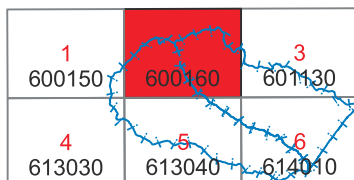
T.te Savoca (099) - T.te Pagliara ed area
tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi (100)



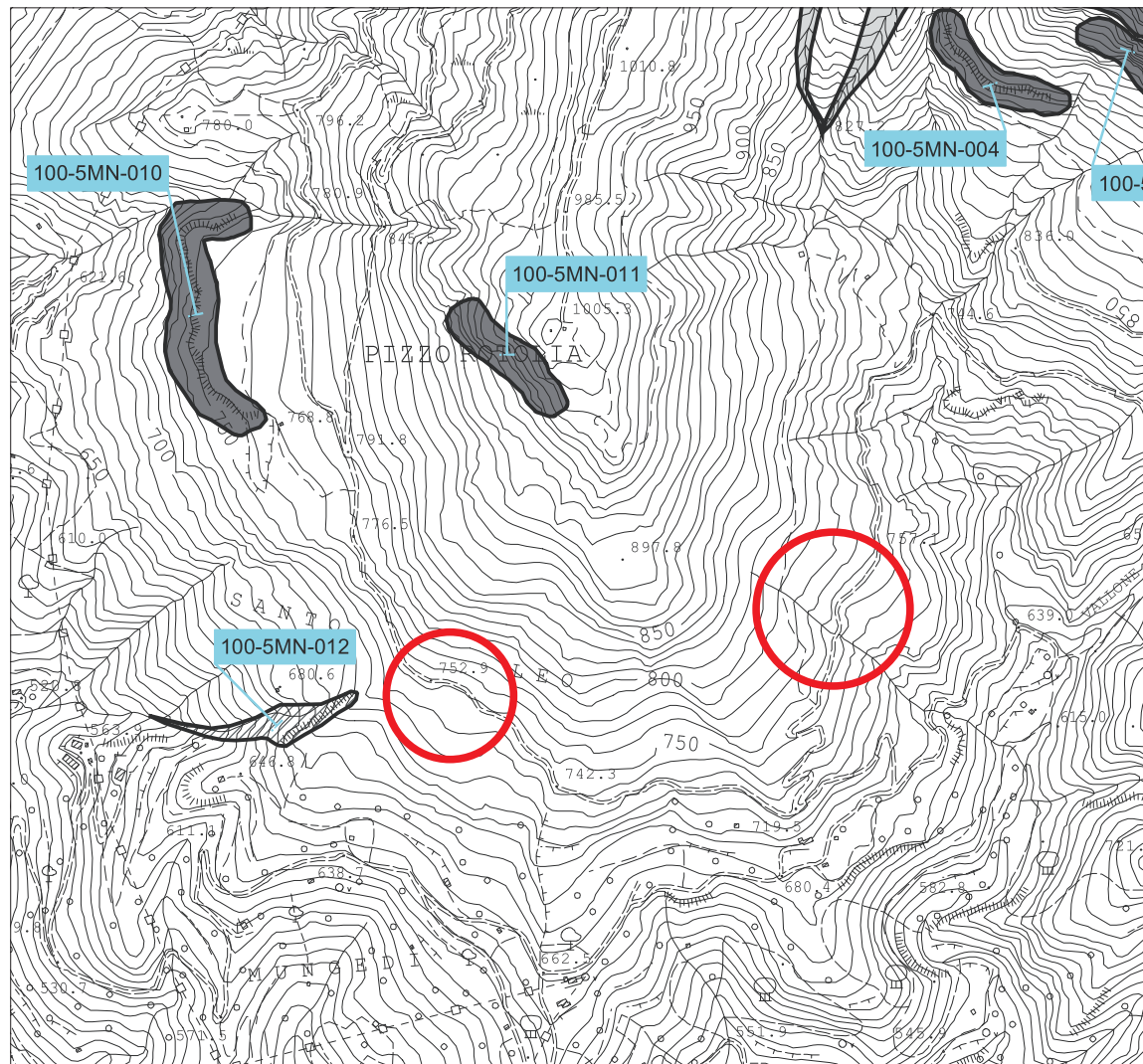
CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 2

COMUNI DI:
CASALVECCHIO SICULO - FURCI SICULO - MANDANICI - PAGLIARA

Scala 1:10.000



Anno 2006



LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

Limite della F.ra d'Agrò ed area tra F.ra d'Agrò e T.te Savoca (099)

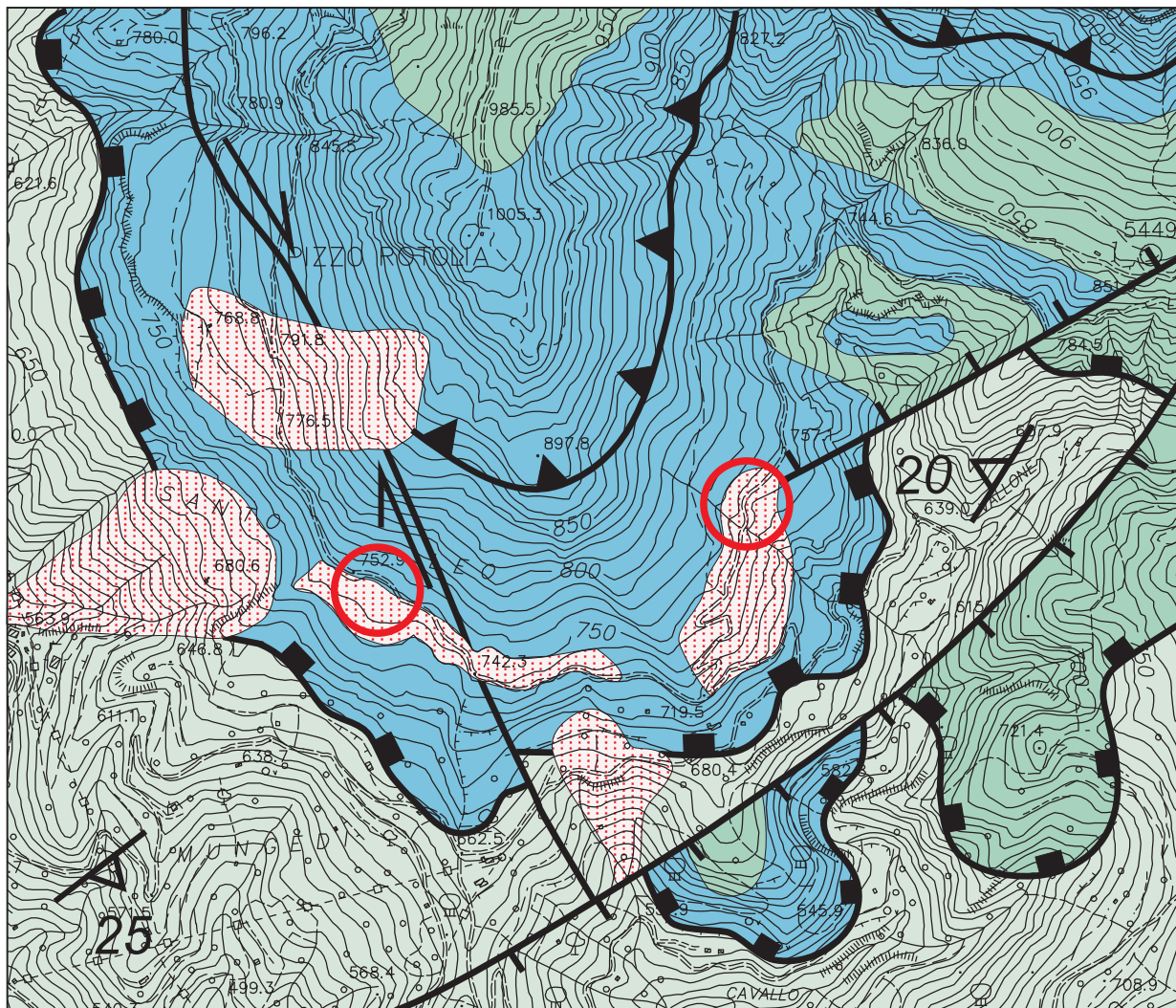
Limite comunale

Area d'interesse progettuale





CARTA GEOLOGICA

scala 1:10.000




Unità dell'Aspromonte






Metamorfiti erciniche in facies anfibolitica di AT e BP, con relitti granulitici, intruse da plutoniti tardo-erciniche calcaree ricche in Al, con sovrimpronta metamorfica alpina dalla facies scisti verdi di BP BT a quella anfibolitica MP e MT.

-  metamafiti (anfiboliti s.l. meta-ornobblenditi metaperidotiti e rare granuliti) in lenti metriche intercalate a paragneiss o in livelli metrici concordanti.
-  marmi impuri, a grana media e tessitura massiva in livelli di spessore fino ai 100 m, intercalati a paragneiss e micascisti o associati ad anfiboliti.

Unità di Mandanici

Metamorfiti erciniche con zoneografia progradita dalla facies degli scisti verdi di BP e BT alla anfibolitica di BP e BT, con sovrainpronta metamorfica alpina di BP e BT.

-  filladi in masse di notevole dimensione passanti a metareniti grigio-scure grafitose, grigio verdi cloritiche, grigio argenteo sericitiche, plumbee biotitiche, tessitura scistosa e struttura localmente porfirica.

-  Detrito
-  Ricoprimenti Tettinici
-  Faglia diretta (i trattini indicano il lato ribassato)
-  Thrust o faglia inversa
-  Area d'interesse progettuale

SEZIONE GEOLITOLOGICA INTERPRETATIVA

Scala 1:100



Detrito di versante/Terreno vegetale



Marmi impuri (Unità dell'Aspromonte)

